

【補助事業概要の広報資料】

補助事業番号 26-132
補助事業名 平成26年度 安全・クリーンな消火活動を実現する航空消火ロボット制御系の開発 補助事業
補助事業者名 国立大学法人弘前大学
大学院理工学研究科
准教授 岩谷 靖

1 研究の概要

本研究は、従来に比べクリーンかつ効果的そして効率的な消火活動の実現を目指して、航空消火ロボットの開発および消火戦略の解析を行った。まず、「水損を発生せず、汚損も極小で、高い消火能力を有する不活性ガスカプセル」を搭載した航空消火ロボットを開発した。そして、二台の航空消火ロボットが連携した消火活動の消火特性を解析し、二台の航空消火ロボットが対向方向から火源に突入することが、最も消火効率を高めることが分かった。

2 研究の目的と背景

火災は自然に、または人為的な原因で、いつ、どこで発生してもおかしくない災害である。しかし多様な状況で発生する火災に、現在の消火技術は充分に対応できていない。

そこで本研究では、多数の航空消火ロボット群の各々が不活性ガスカプセルを火源まで輸送し、各ロボットが火源近傍で火災状況に応じた消火戦略を適切に選択して不活性ガスカプセルを火炎に投入する「安全かつクリーンそして効率的な消火活動を実現するシステム」と、その最適消火戦略を構築することを最終目的とする。

また、本年度の目的は、航空消火ロボットの開発と、二台の航空消火ロボットが連携した消火活動の消火特性を解析することとした。

3 研究内容

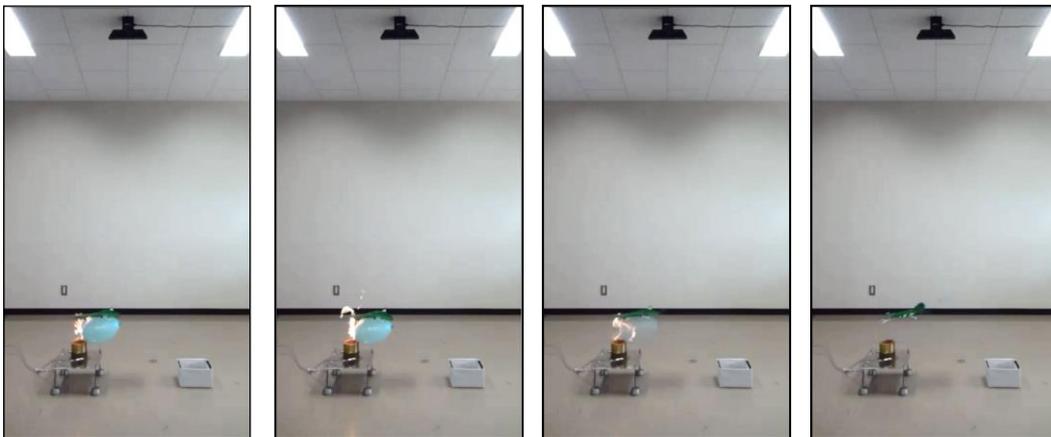
航空消火ロボット制御系の開発

航空ロボットは、四発ロータ式の電動ヘリコプタ（HiTEC 社、Q4 Quad Copter）の電子回路等を流用し、外格を 3D プリンタで作製した。機体下部に、不活性ガスであるヘリウムを充填したゴム風船（不活性ガスカプセル）を取り付けた。ヘリウム量は、2.5Lから5.0Lまで選択可能である。屋内で活動可能なように、機体形状は 255 mm × 255 mm とした。

火炎を形成するバーナとして、直径 100 mm の多孔質円盤を通して、一様な速度分布で燃料（メタン）を空气中に提供可能なバーナを作製した。深度センサを用いて、機体の位置・姿勢を推定し、機体に対して軌道追従制御系を開発した。



消火ロボット



消火実験の様子

開発した消火ロボット・バーナと制御系を用いて、1台または2台の消火ロボットによる消火特性を検証する実験を行った。まず、不活性ガスカプセルを機体に搭載せず、直動ステージで制御した際の消火特性を調査した。5.0Lのヘリウムを充填したカプセル単体では、メタン 10 L/min. でバーナ上に形成した拡散火炎の消火確率は90%であった。一方、2.5Lのヘリウムを充填したカプセル二個が対向方向から火炎に突入すると、この消火確率は100%になった。また、カプセル二個の相対突入方向は、180° 対向する場合が最も消火確率が高いことを確認した。不活性ガスカプセルを機体に搭載した場合も同様に、5.0Lのヘリウムを充填した機体単機では消火確率が80%であったが、2.5Lのヘリウムを充填した機体二機を対向方向から突入させた場合の消火確率は89%に増加した。以上により、消火方向と消火効率の関係を明らかにできた。

4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

消防士等が消火活動を行う場合、消火器を対向して消火剤を散布することは、安全や経路の理由から現実的でない。一方、ロボットであれば対向して消火剤を散布することに安全性

の問題は無く、また、航空ロボットは経路の問題を解決できる場面が多いと考えられる。本研究の結果は、今後の自動消火システムの消火戦略に有用な知見を与える。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

岩谷靖は、動的システムの計測と制御に関する研究に取り組んでいる。これまで、小型ヘリコプタにカメラを搭載し、その画像情報のみを用いて小型ヘリコプタの自律制御を達成している。本研究は、これまでの小型ヘリコプタの自律制御に関する研究を、現実世界の応用課題に役立てるものである。

鳥飼宏之は、消火に関する研究をライフワークとしており、本研究の基礎となる不活性ガスカプセル消火法などの新しい消火のアプローチを研究してきている。本研究は、過去に提案してきた消火方法の問題点である消火剤の輸送問題を解決するものであり、今後の消火研究の発展において重要な意義を持つ。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

【学会発表】

- 小川慧, 小出真広, 岩谷靖, 鳥飼宏之。不活性ガスカプセルを輸送する航空消火ロボットの開発。計測自動制御学会東北支部第289回研究集会, 青森県弘前市, 2014年6月。
- Satoshi Ogawa, Shinya Kudo, Masahiro Koide, Yasushi Iwatani and Hiroyuki Torikai. Development and control of an aerial extinguisher with an inert gas capsule. In 2014 IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics, pp. 1320-1325, Bali, Indonesia, December 2014.
- 岩谷靖, 鳥飼宏之。航空消火ロボット群による最適な消火活動を目指して。計測自動制御学会東北支部50周年記念学術講演会, 宮城県仙台市, 2014年12月。

7 補助事業に係る成果物

(1) 補助事業により作成したもの

無し

(2) (1) 以外で当事業において作成したもの

- 小川慧, 小出真広, 岩谷靖, 鳥飼宏之。不活性ガスカプセルを輸送する航空消火ロボットの開発。計測自動制御学会東北支部第289回研究集会。
URL: <http://www.topic.ad.jp/sice/papers/289/289-5.pdf>
- Satoshi Ogawa, Shinya Kudo, Masahiro Koide, Yasushi Iwatani and Hiroyuki Torikai. Development and control of an aerial extinguisher with an inert gas capsule. In 2014 IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics, pp. 1320-1325, Bali, Indonesia, December 2014.

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?tp=&arnumber=7090516>

- 岩谷靖、鳥飼宏之。航空消火ロボット群による最適な消火活動を目指して。計測自動制御学会東北支部50周年記念学術講演会，宮城県仙台市，2014年12月。

URL: http://www.mech.hirosaki-u.ac.jp/~iwatani/14_sice_tohoku_50_fire.pdf

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 弘前大学（ヒロサキダイガク）

住 所： 〒036-8561

青森県弘前市文京町3

申 請 者： 准教授 岩谷靖（イワタニヤスシ）

担 当 部 署： 大学院理工学研究科（ダイガクインリコウガクケンキュウカ）

E-mail： iwatani@hirosaki-u.ac.jp

U R L： <http://www.mech.hirosaki-u.ac.jp/~iwatani/>